

DEKRA Rail

Testprotocol rubber veren Combino tram
Toelatingstesten voor nieuwe leveranciers

24 juni 2021




Testprotocol rubber veren Combino tram

Toelatingstesten voor nieuwe leveranciers

Opdrachtgever : dhr. J. Hogeterp, GVB Materieel
Adres : Postbus 2131
: 1000 CC AMSTERDAM


Uw kenmerk : 4501139047

Ons kenmerk : DR/21/200170/008

Auteur(s) : ing. Jochem Wagemakers 

Onderzoek : ing. Jochem Wagemakers

Referent : dr. ir. Jaap Horst 

Vrijgave : ing. Jochem Wagemakers 

Datum : 24 juni 2021

Versie : 1.0 definitief

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Inleiding	3
2 Uitgangspunten	3
2.1 Test methodes	3
2.2 Testmateriaal	3
3 Testen	3
3.1 Functietest Axiaal	4
3.2 Radiale stijfheid onder axiale belasting	5
3.3 Kruip	7
3.4 Treksterkte	8
3.5 Breukrek	8
3.6 Hardheid	9
3.7 Compressie set	9
3.8 Ozonbestendigheid	9
3.9 Chemisch bestendigheid	9
3.10 Dichtheid	9
3.11 Polymeertype	9

1 Inleiding

Dit document bevat de beschrijving van de set tests die uitgevoerd moeten worden op de rubber primaire wielasveren van de Combino tram. De tests worden voorafgaand aan de toelating van een nieuwe leverancier uitgevoerd. Op basis van de testresultaten wordt bepaald of de componenten geschikt zijn voor gebruik in de Combino.

De eisen zijn afgeleid van de tekening GMT 13905001.

2 Uitgangspunten

2.1 Test methodes

Waar mogelijk wordt een materiaaleigenschap getoetst met behulp van een genormeerde testmethode. Voordeel hiervan is de onderlinge vergelijkbaarheid.

Indien een materiaaleigenschap niet of onvoldoende met een genormeerde testmethode is omschreven, is een testmethode nader gespecificeerd.

2.2 Testmateriaal

De testen worden uitgevoerd aan voor de beproevingen beschikbaar gestelde veren. Deze zijn identiek aan de veren zoals die uiteindelijk geleverd gaan worden.

Indien de fabrikant gebruik maakt van speciale sheets om de proefstukken uit te halen, dan is door hem aangetoond dat de eigenschappen van het materiaal van deze test sheets gelijk zijn aan rubber dat wordt toegepast in de primaire veren.

3 Testen

In dit hoofdstuk zijn alle testen die onderdeel uit kunnen maken van een toelating beschreven. Het betreft de volgende testen:

Funcietests

1. Axiale stijfheid en indrukhoogte bij een opgegeven belasting
2. Radiale stijfheid onder axiale belasting
3. Kruip

Materiaal tests

4. Treksterkte ISO 37
5. Breukrek ISO 37
6. Hardheid ISO 48-4
7. Compressie set
8. Stressrelaxatie
9. Weerstand tegen scheurvorming ISO 34-2
10. Ozonbestendigheid
11. Chemische bestendigheid

12. Dichtheid
13. Polymeertype

3.1 Functietest Axiaal

Axiale stijfheid en een vastgestelde veerhoogte bij een voorgeschreven statische belasting zijn de kengetallen die het meest bepalend zijn voor het functioneren van de veer.

Veerhoogte en stijfheid worden bepaald bij een statische indruktest.

Benodigdheden:

- Rubber veren volgen tekening 13905001. Voor de klasse-indeling dient iedere geproduceerde veer op functionaliteit getest te worden ter bepaling van de veerklasse. Bij een kwaliteitscontrole bij afname, minimaal 3 veren testen, bij grotere batches minimaal 2% testen.
- Nieuwe veren dienen volledig gevulkaniseerd te zijn. Rusttijd tussen productie en beproeving > 7 dagen.
- Testbank, druk, 50 kN, loadcell minimaal klasse 1 met verplaatsingsopnemers met een nauwkeurigheid van minimaal 0,1 mm. Bij meting van de verplaatsing van de crosshead, meting corrigeren voor machineverplaatsing.
- Omgevingstemperatuur testruimte volgens ISO 23529 23°C +/- 3°C
- Drukplaten in de opspanning van de testbank.

Testmethode:

Stap	Omschrijving	Controle
1	Testmaterialen, testbank en hulpstukken dienen minimaal 24 uur voor aanvang metingen in de testruimte opgeslagen te zijn.	Gecontroleerde klimaatomgeving lab volgens ISO 23529
2	Afstand tussen drukplaten van de testbank dient met een nauwkeurigheid van +/- 0,1 mm vastgesteld te worden zodat de veerhoogte onder belasting bepaald kan worden.	Gebruik van een gekalibreerde eindmaat.
3	De veer dient geplaatst te worden in de axiale hartlijn van de testbank. Aan de voetzijde van de veer dient voldoende ruimte te zijn voor de indrukking van het rubber. De opstelling met eventuele hulpstukken, dient zodanig ingericht te zijn dat de maat A uit tekening 13905001, op basis van de machineverplaatsing, vastgesteld kan worden.	
4	Uitvoeren van de testcyclus volgens Tabel 1. Kracht en verplaatsingen tijdgebonden vastleggen met een samplefrequentie van minimaal 10 Hz.	
6	Stijfheid wordt vastgesteld door het verschil in verplaatsing te bepalen bij een belasting van 0,2 kN en 20 kN en dit te delen door het verschil in belasting (19,8 kN).	Toetsing van de resultaten aan de eisen.

Stap	Omschrijving	Controle
7	Veerhoogte onder belasting word bepaald door de indrukking van de veer vast te stellen bij een belasting van 15 kN tijdens de meetlast stap 7. De verplaatsing wordt gemeten van 0,1 kN tot 15 kN oplopend.	Toetsing van de resultaten aan de eisen.

Stap	Actie	Axiale kracht [kN]	Snelheid mm/min
1	Aanbrengen voorlast	0,1	-
2	Aanbrengen voorlast	40	100
3	Ontlasten voorlast	0,1	100
4	Aanbrengen voorlast	40	100
5	Ontlasten voorlast.	0,1	100
6	Wachttijd 15 sec	-	-
7	Aanbrengen meetlast	25	20
9	Ontlasten na meetlast	0	100

Tabel 1: Testprocedure functietest axiale stijfheid en indrukking

Eis axiale stijfheid:

- 990 – 1210 N/mm tussen 0,2 en 20 kN belasting.

Eis indrukking van 0,1 tot 15 kN:

- 12,4 – 15,1 mm
 - Klasse 1 of A: 12,4 – 13,1 mm
 - Klasse 2 of B: 13,1 – 13,8 mm
 - Klasse 3 of C: 13,8 – 14,5 mm
 - Klasse 4 of D: 14,5 – 15,1 mm

De gemeten indrukking dient overeen te komen met de klasse-indeling op de veer.

3.2 Radiale stijfheid onder axiale belasting

Radiale stijfheid wordt bij toetsing van nieuwe leveranciers en als extra kwaliteitscontrole voor toegelaten leveranciers gebruikt worden.

De radiale stijfheid wordt bepaald door twee veren, waarbij de twee binnendiameters met een holle as met elkaar zijn verbonden, axiaal in te drukken tot de gewenste axiale kracht. De buitendiameters van de veren worden nu ten opzichte van elkaar gefixeerd. Vervolgens wordt de holle as die de twee binnendiameters met elkaar verbindt, radiaal belast waarbij de radiale verplaatsing wordt gemeten. Per veer dient de helft van de toegepaste kracht gebruikt te worden voor de bepaling van de radiale stijfheid.

Benodigheden:

- Rubber veren volgen tekening 13905001. Voor een kwaliteitscontrole minimaal 3 sets veren van 2 stuks.
- Nieuwe veren dienen volledig ge vulkaniseerd te zijn. Rusttijd tussen productie en beproeving > 7 dagen.

- Per gecombineerde set veren één variant in axiale voorspanning testen (12 kN of 20 kN). tussen twee axiale voorbelastingen dient minimaal 24 uur rusttijd genomen te worden waarbij de veren volledig zonder spanning zijn opgeslagen.
- Testbank, druk, > 10 kN, loadcell minimaal klasse 1 met verplaatsingsopnemers met een nauwkeurigheid van minimaal 0,05 mm. Bij meting van de verplaatsing van de crosshead, meting corrigeren voor machineverplaatsing.
- Pers met een hoogte van ca 400 mm, minimale verplaatsing van 50 mm en een krachtbereik tot 20 kN, kracht dient met een nauwkeurigheid van 5% uitgelezen te kunnen worden.
- Omgevingstemperatuur testruimte volgens ISO 23529 23°C +/- 3°C
- Voldoende groot machinebed in de opspanning van de testbank waarop de twee gecombineerde veren dwars op de axiale richting gelegd kunnen worden.

Testmethode:

Stap	Omschrijving	Controle
1	Testmaterialen, testbank en hulpstukken dienen minimaal 24 uur voor aanvang metingen in de testruimte opgeslagen te zijn.	Gecontroleerde klimaatomgeving lab volgens ISO 23529
2	Combineren van de twee veren: Verbindt de twee veren met een holle as, voldoende stijf om te belasten tot 10 kN, met een binnendiameter van 50 -0,45 / -0,5. Pers de combinatie van de twee veren in elkaar in de pers tot de gewenste axiale beproevingslast 12 kN of 20 kN. Fixeer de buitendiameters bij deze belasting.	Controle op juiste voorlast.
3	Plaats de set axiaal ingedrukte veren onder de testbank, zodanig dat de holle as die de twee veren verbindt in het midden belast wordt door een afgerond druklichaam van de testbank. De buitendiameters dienen afgesteund te zijn op een voldoende stijf machinebed.	Controle op juiste opspanning in de testbank.
4	Uitvoeren van de testcyclus volgens Tabel 2. Kracht en verplaatsingen tijdgebonden vastleggen met een samplefrequentie van minimaal 10 Hz.	
6	Stijfheid wordt vastgesteld door het verschil in verplaatsing te bepalen bij een belasting van 0,1 kN en 10 kN en dit te delen door de helft van de belasting (4,95 kN)	Toetsing van de resultaten aan de eisen.

Stap	Actie	Radiale kracht [kN]	Snelheid mm/min
1	Aanbrengen voorlast	0,1	-
2	Aanbrengen voorlast	10	20
3	Ontlasten voorlast	0,1	20
4	Aanbrengen voorlast	10	20
5	Ontlasten voorlast.	0,1	20
6	Wachttijd 15 sec	-	-
7	Aanbrengen meetlast	10	5
9	Ontlasten na meetlast	0	20

Tabel 2: Testprocedure functietest axiale stijfheid en indrukking

Eis Radiale stijfheid per veer bij een axiale voorlast van 12 kN:

- 2574 – 3146 N/mm tussen 0,1 en 10 kN radiale belasting.

Eis Radiale stijfheid bij een axiale voorlast van 20 kN:

- 3609 – 4411 N/mm tussen 0,1 en 10 kN belasting.

3.3 Kruip

Op tekening 13905001 is over een inzetduur van 8 jaar een kruip van 3 tot 4 mm opgegeven.

Deze kruip is terug gerekend met als een uitgangspunt gelijke kruip per decade. Daarmee is de kruip over een afzienbare testperiode ingeschat. Op basis van deze inschattingen kunnen componenten getest en beoordeeld worden. De weergegeven kruip bij 3 mm en 4 mm kunnen als onder en bovengrens aangehouden worden voor de toegestane kruip bij de aangegeven tijdsduur.

Kruip bij 15 kN		
Tijd [uur]	Kruip [mm]	
	3 mm / 8jaar	4 mm / 8 jaar
1	1,2	1,5
24	1,7	2,2
72	1,9	2,5
240	2,1	2,8
720	2,3	3,0

Tabel 3: Verwachte kruip bij statische belasting

Testmethode:

Proefstukken worden gedurende een vooraf vastgestelde tijdsduur onder een constante belasting belast. Daarbij wordt de verplaatsing (kruip) continue geregistreerd.

Benodigd:

- Rubber veren volgen tekening 13905001. Voor een kwaliteitscontrole 3 stuks.
- Nieuwe veren dienen volledig gevulkaniseerd te zijn. Rusttijd tussen productie en beproeving > 7 dagen.
- Testbank, druk, minimaal 20 kN, loadcell minimaal klasse 1 met verplaatsingsopnemers met een nauwkeurigheid van minimaal 0,01 mm. Bij meting van de verplaatsing van de crosshead, meting corrigeren voor machineverplaatsing. De testbank dient in staat te zijn om binnen 1% nauwkeurigheid een constante kracht te kunnen leveren.

- Omgevingstemperatuur testruimte volgens ISO 23529 23°C +/- 3°C

Stap	Omschrijving	Controle
1	Testmaterialen, testbank en hulpstukken dienen minimaal 24 uur voor aanvang metingen in de testruimte opgeslagen te zijn.	Gecontroleerde klimaatomgeving lab volgens ISO 23529
2	Testbank dient zodanig ingesteld te zijn dat binnen ca 1 minuut de gevraagde last op de veer wordt aangebracht zonder overshoot van de kracht.	Controle juistheid testprogramma.
3	Plaats de te testen veer in de hartlijn van de krachtopnemer tussen twee drukplaten in de testmachine.	Controle op juiste opspanning in de testbank.
4	Uitvoeren van de testcyclus volgens Tabel 2. Kracht en verplaatsingen tijdgebonden vastleggen met een samplefrequentie van ca 1 meting per minuut.	
6	Bepaling van de verplaatsing over de testperiode.	Toetsing van de resultaten aan de eisen.

Stap	Actie	Axiale kracht [kN]	Snelheid mm/min
1	Aanbrengen testlast binnen 1 minuut	15	Aanbrengen zonder overshoot testmachine
2	Constante kracht vasthouden gedurende gehele meetperiode	15	
3	Ontlasten voorlast	0,1	20

Tabel 4: Testprocedure kruiptest

Toetsing:

Aanvang bepaling kruip 1 minuut na aanbrengen van de testkracht. De uit de test vastgestelde kruip, nadat de ingestelde testtijd is verstreken, dient te liggen tussen de in Tabel 4 weergegeven waarde voor de gelijke testtijd tussen 3 mm en 4 mm kruip (8 jaar).

3.4 Treksterkte

Treksterkte volgens ISO 37 halter type 2. Minimaal 5 proefstukken. Gemiddelde waarde > 22 MPa.

3.5 Breukrek

Breukrek volgens ISO 37 halter type 2. Minimaal 5 proefstukken. Gemiddelde waarde > 450%.

3.6 Hardheid

Hardheid volgens ISO 48-4 (Shore A). Hardheid is afgeleid van de treksterkte en de breukrek. Voor dit materiaal zal deze circa 55 +/- 5 [Shore A] zijn. De fabrikant geeft de hardheid op in [Shore A] met een tolerantie +/- 3. Op basis van deze opgave kan de afnemer eenvoudig steekproefcontroles uitvoeren op levering.

3.7 Compressie set

Compressie set volgens ISO 815, 20°C, 72 uur. Eis < 10%.

3.8 Ozonbestendigheid

Ozonbestendigheid testen volgens ISO 1431-1 72 hr 50 pphm 40°C. Eis, geen scheuren.

3.9 Chemisch bestendigheid

Chemische bestendigheid water met zout 5%, 72 uur 21°C volgens ISO 2781. Eisen, volumeverandering < 5%, verandering dichtheid < 5%, voldoet na blootstelling aan 3.4 Treksterkte en 3.5 Breukrek.

3.10 Dichtheid

Dichtheid volgens ISO 2781. Eis 1,15 +/- 0,05 g/cm³.

3.11 Polymeertype

Polymeertype NR (natuur rubber) met een anti oxidant en een anti ozonant, volledig gevulkaniseerd.